

Relazione presentata alla giornata di studio sul tema  
“Failure Analysis nella Produzione e Trasporto di Idrocarburi”  
organizzata dall'IGF in collaborazione con il CORM dell'AGIP S.p.A.  
S. Donato Milanese, 3 Dicembre 1966

ALCUNI ESEMPI DI INDAGINE SU  
CAUSE DI ROTTURE E CORROSIONI IN CAMPO PETROLCHIMICO

L. Giroletti      E. Trentini  
OMECO S.r.l. - Monza

SOMMARIO

Vengono presentati tre casi significativi di danneggiamenti su tubazioni di impianti petrolchimici.

PREMESSA

OMECO opera da più di due decenni nel settore cause di rotture e corrosione ed assistenza alla clientela nelle indagini, prevenzione e riparazione dei danneggiamenti, che per la maggior parte sono dovuti a :

- non corretta conduzione/manutenzione dell'impianto;
- condizioni di funzionamento non previste dal progetto;
- errori di fabbricazione.

Sono presentati tre esempi emblematici della vasta casistica disponibile, attraverso una descrizione schematica che evidenzia le caratteristiche dei casi più ricorrenti.

## FORNO DI DESOLFORAZIONE GASOLIO

### **Materiale**

Serpentino in acciaio ASTM A 312 TP 321

### **Dati di esercizio**

L'impianto durante una fermata per manutenzione è stato lavato per eliminare i residui interni e neutralizzato con Carbonato di Sodio. E' stata fatta la prova idraulica con esito positivo, quindi l'impianto è stato asciugato e poi polmonato con Azoto. Dopo pochissimo tempo ci si è accorti che l'impianto presentava delle perdite dovute a cricche posizionate in prossimità delle zone di vincolo (Fig. 1).

### **Cause del danneggiamento**

Le cricche sono a carattere intergranulare (Figg. 2, 3) e partono dalla superficie interna. Si osserva inoltre una precipitazione di carburi al bordo dei grani austenitici, segno della presenza di un fenomeno di sensibilizzazione del metallo di base, a seguito della permanenza a temperatura critica per un lungo periodo di esercizio (Fig. 4). L'esame E.D.S. ha evidenziato la presenza determinante di Zolfo e Sodio nella frattura (Fig. 5).

L'aspetto delle cricche è tipico da corrosione sotto tensione in presenza di politionati, come confermato dalla presenza preponderante dell'elemento Zolfo, tipico elemento della soluzione politionica. Il fenomeno ha avuto il suo innesco per l'influenza di tensioni e soluzioni di acidi politionici prodotti dalla reazione con il Fe, umidità e ossigeno che hanno attaccato lungo il bordo del grano in zone predisposte per una certa sensibilizzazione della struttura. Nel caso specifico è indubbio che il fenomeno si è generato per le condizioni particolari nelle quali l'impianto si è trovato proprio durante una fermata per manutenzione, e ha avuto il suo sviluppo a causa dello scarso effetto della neutralizzazione dell'acido politionico attraverso il lavaggio con Carbonato di Sodio.

## LINEA IN SERVIZIO DI IDROGENO

Temperatura di esercizio di 50 °C e Pressione di 25 kg /cm<sup>2</sup>. In funzione da circa 2 mesi.

### **Materiali**

Tronchetto di tubo in acciaio API 5LX42 saldato a flangia in ASTM A 105N criccato in prossimità della zona termicamente alterata lato tubo (Fig. 6).

### **Danneggiamento**

Vistose cricche sul bordo del cordone di saldatura lato tubo. La superficie esterna risulta inoltre caratterizzata da molature che occultano residui di colpi d'arco presenti su tutta la circonferenza (materiale di base del tubo) a ridosso della saldatura (Fig. 7).

### **Indagine**

L'analisi chimica indica che il tubo non è costituito dall'acciaio API previsto, ma da acciaio al Carbonio da bonifica (carbonio equivalente 0.73). La flangia presenta invece una composizione regolare per un acciaio del tipo ASTM A105 con buona saldabilità. L'esame macrografico eseguito sulla sezione mostra la zona termicamente alterata lato tubo caratterizzata da una rottura passante (Fig. 8). I valori di durezza lato tubo risultano elevatissimi sia in zona alterata che in materiale di base, segno che non è stato eseguito alcun trattamento termico post saldatura. La Fig. 9 mostra la zona alterata lato tubo caratterizzata da costituenti anomali duri e fragili prevalentemente di tipo martensitico e bainitico responsabili della formazione delle cricche. L'esame al microscopio elettronico (S.E.M.) evidenzia fratture di tipo fragile parzialmente intergranulare (Fig. 10).

## **FORNO VISBREAKER**

Si tratta di un caso di surriscaldamento delle tubazioni dovuto a scambio termico insufficiente.

### **Materiali**

Spezzoni di tubo in acciaio ASTM A335 P9 prelevati dal forno a seguito della rottura di uno di essi. I tubi hanno esercito per un tempo di circa 4 anni alla temperatura di 480 °C.

### **Danneggiamento**

I campioni risultano caratterizzati sulle superficie esterne dalla presenza di aree di colore nerastro tipiche da ossidazione a caldo nelle zone investite dalla fiamma dei bruciatori (Fig. 11). La superficie interna è interessata a zone dalla presenza di un pesante strato di incrostazioni di colore grigio scuro aderenti. Un tubo rotto presenta una frattura per fessurazione in prossimità del tratto interessato da aumento del diametro e riduzione di spessore. La superficie interna in prossimità della zona di rottura risulta caratterizzata dalla presenza di smagliature filiformi disposte nel senso longitudinale del tubo e parallele alla fessura (Fig. 12).

### **Indagine**

Dopo un primo controllo dimensionale dei tubi, è stato eseguito un esame metallografico sulle sezioni trasversali nella zona nerastra della superficie esterna. Le macrografie hanno evidenziato sulla superficie esterna uno strato di ossidazione con profondità di 0.5 mm e sulla superficie interna una carburazione di profondità massima di 1.2 mm nelle zone di esposizione alla fiamma (Fig. 13). La presenza di carburi grossolani distribuiti in matrice ferritica è visibile anche nelle micrografie (Fig. 14) oltre a uno strato di incrostazioni di spessore variabile da 300 a 600  $\mu\text{m}$ . Nello spezzone rotto lo spessore dello strato di incrostazioni arriva fino a 800/900  $\mu\text{m}$ . La microstruttura riscontrata al centro spessore a 2 e 10 mm di distanza dalla rottura, oltre che da microcavità, è caratterizzata da degrado per coalescenza di carburi (Fig. 15) caratteristica dei fenomeni di creep.

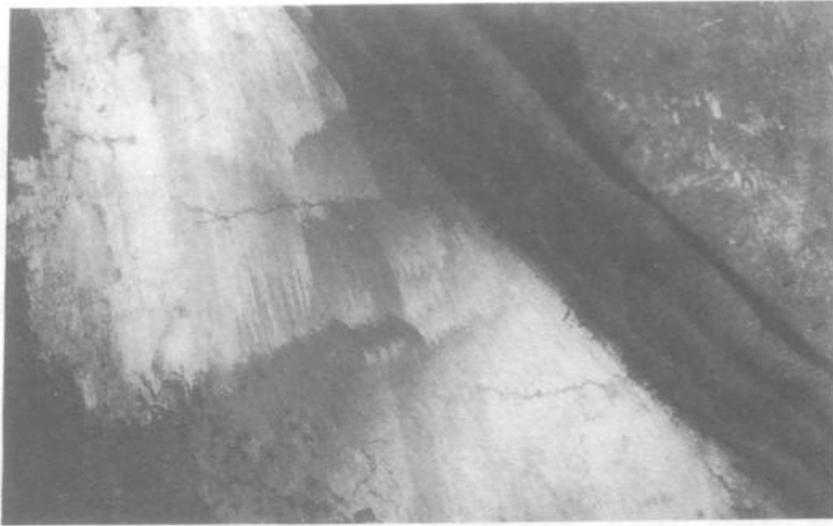


Fig. 1

x 1

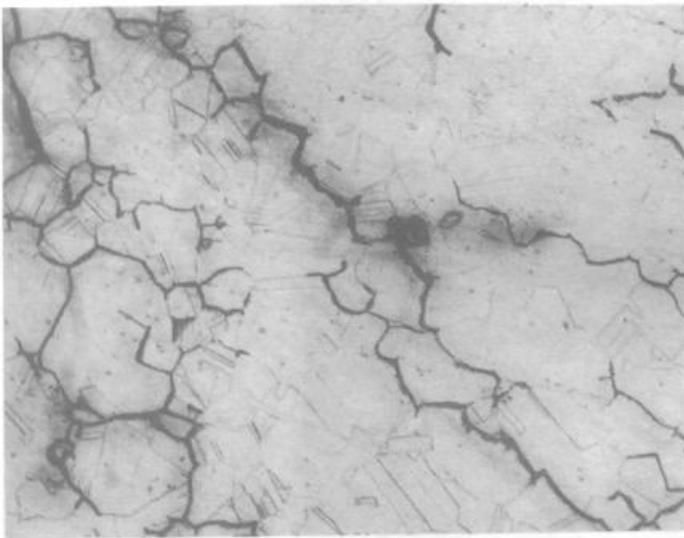


Fig. 2

x 100

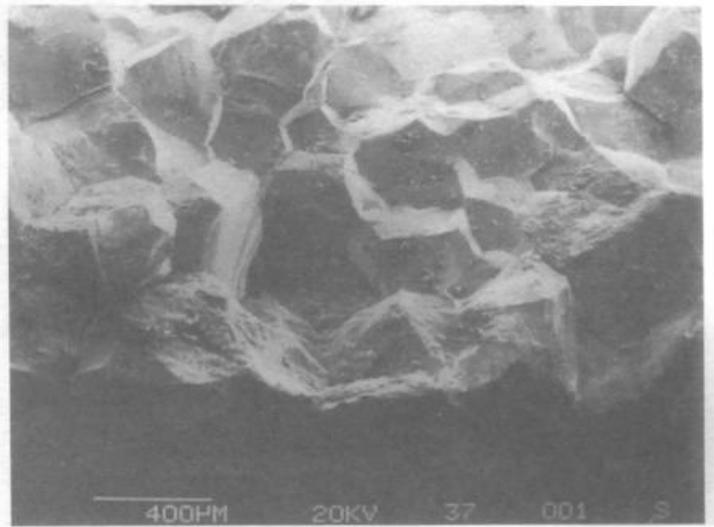


Fig. 3

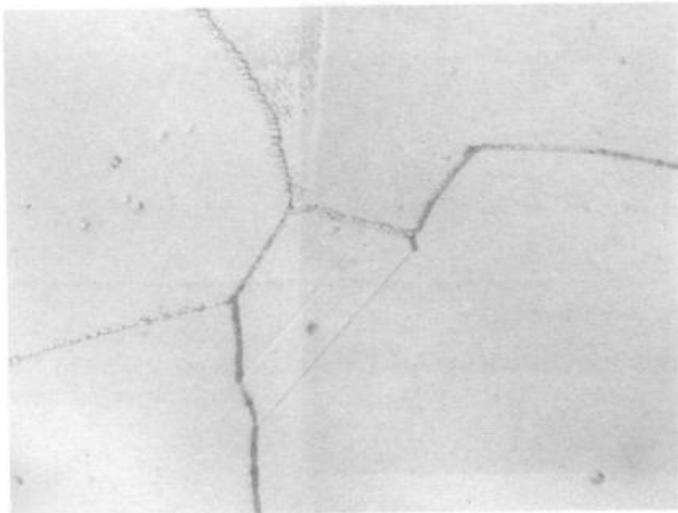


Fig. 4

x 1000

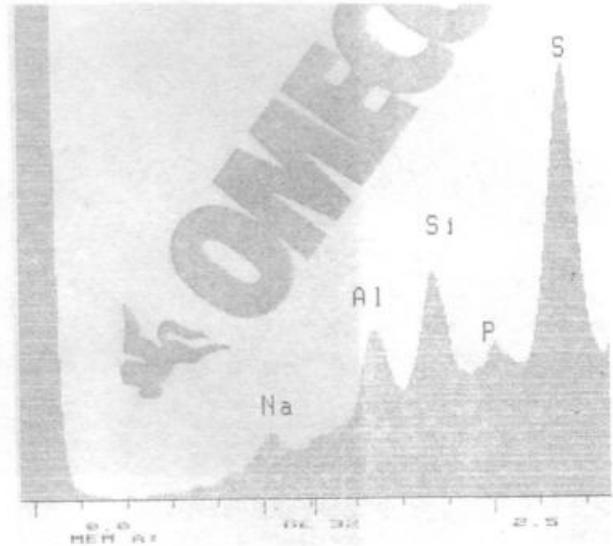


Fig. 5



Fig. 6

x 0,5

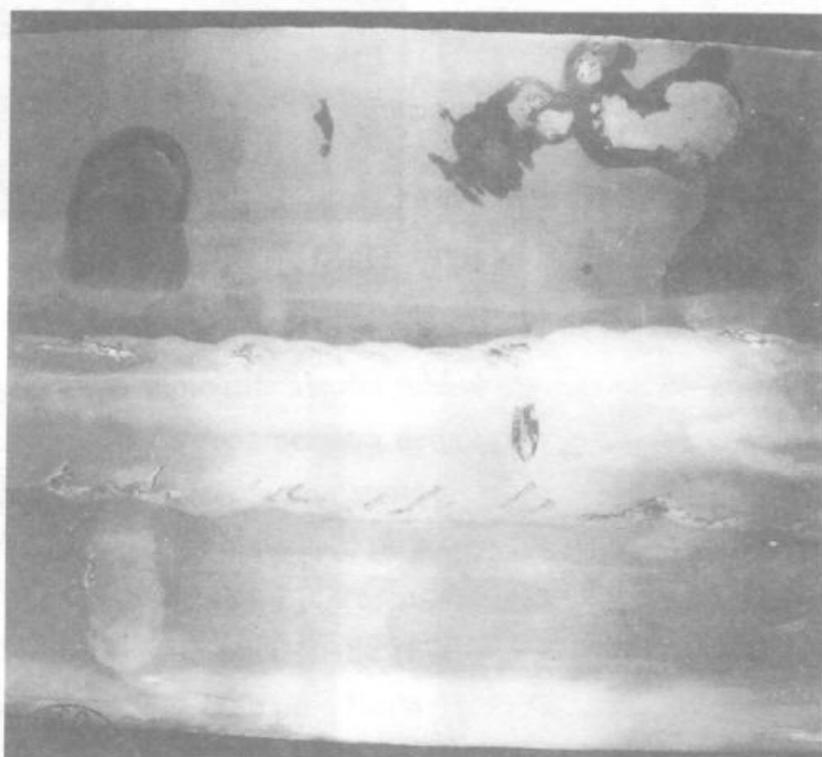


Fig. 7

x 1

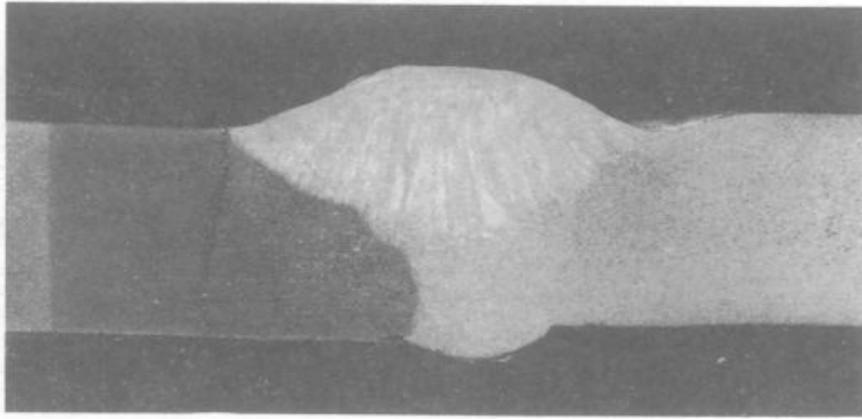


Fig. 8

x 2



Fig. 9

x 200

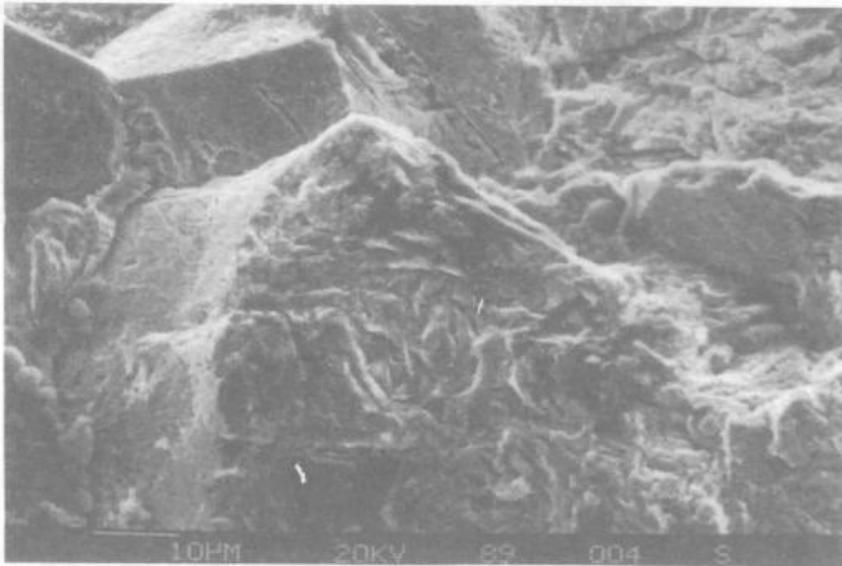


Fig. 10



Fig. 12

x 0,25



Fig. 12

x 1

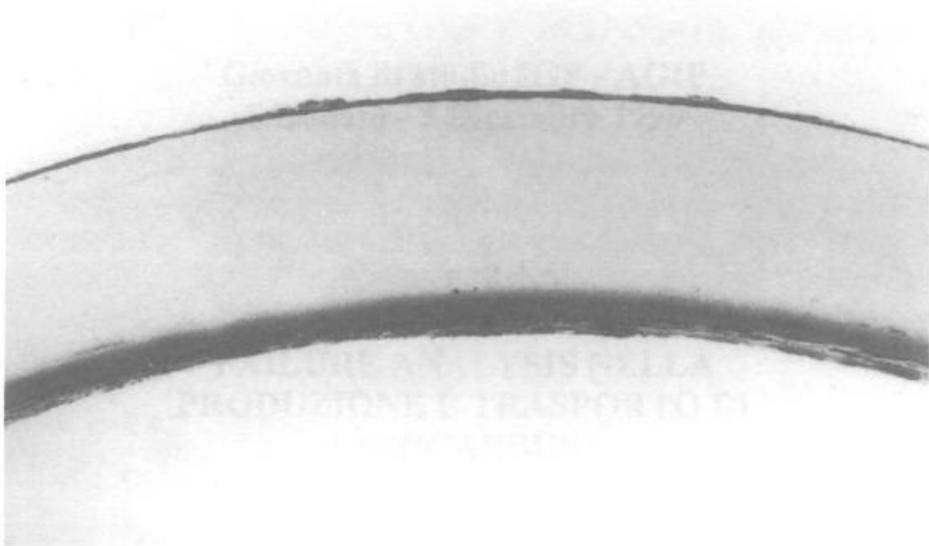


Fig. 13

x 3

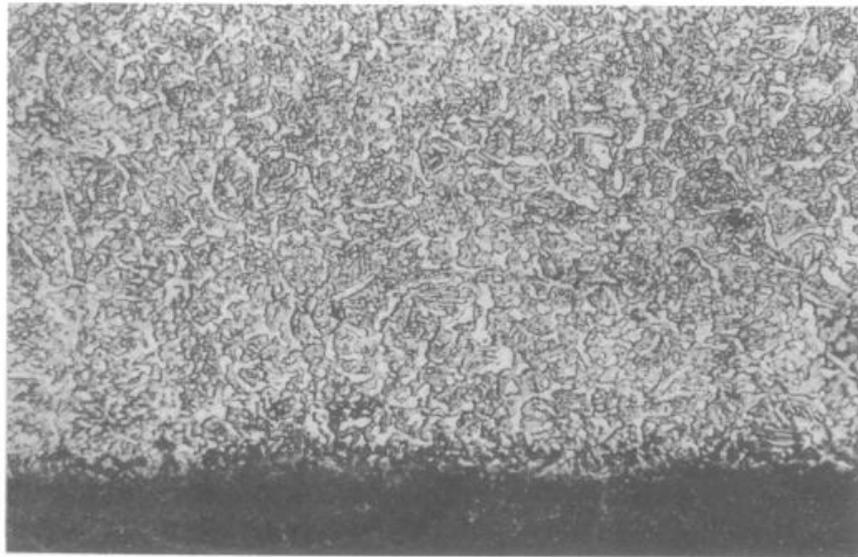


Fig. 14

x 200

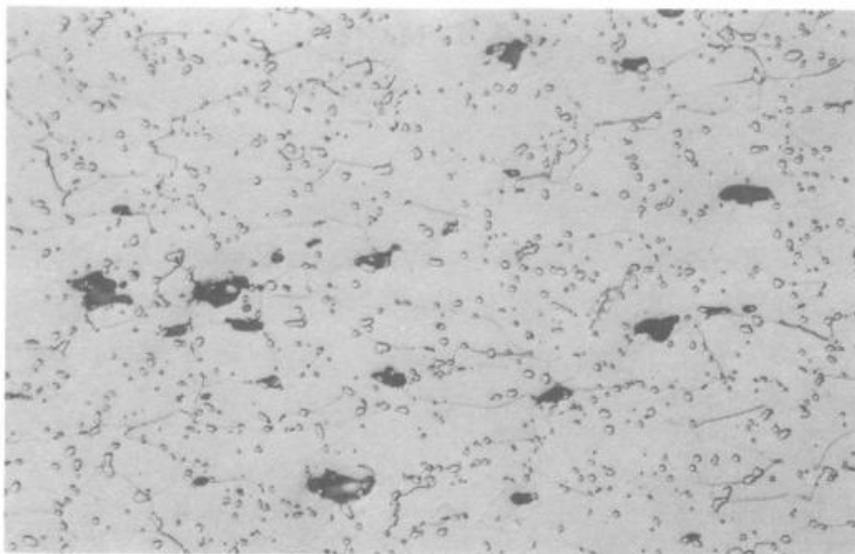


Fig. 15

x 500